

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 698 888

(21) N° d'enregistrement national :

92 14699

(51) Int Cl⁵ : C 25 D 5/18, 3/04, 1/04

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 07.12.92.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : 10.06.94 Bulletin 94/23.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

(71) Demandeur(s) : société dite: CENTRE TECHNIQUE
DES INDUSTRIES MECANQUES — FR.

(72) Inventeur(s) : Sutter Bernard, Vasseur Gérard et
Reby Jean.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : S.A. Fedit-Loriot & Autres.

(54) Procédé de chromage de pièces de frottement.

(57) Pour chromer des pièces de frottement, on utilise un
chromage électrolytique par courant pulsé avec inversion
du courant en opérant avec les paramètres suivants.

Ic = densité de courant cathodique

Ia = densité de courant anodique

Tc = durée des impulsions cathodiques

Ta = durée des impulsions anodiques

QC = quantité de courant cathodique

Qa = quantité de courant anodique

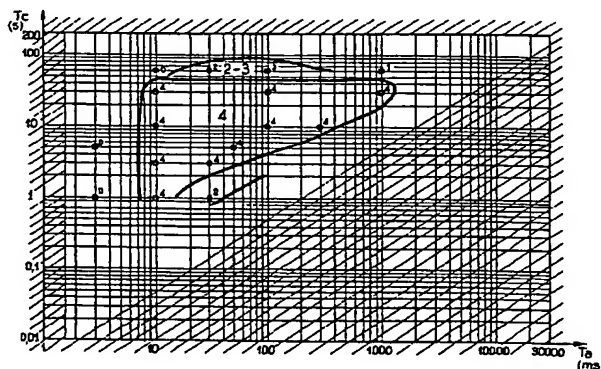
dans les relations suivantes:

$0,01s \leq Tc \leq 200s$ et de préférence $\leq 50s$

$1ms \leq Ta \leq 100s$ et de préférence $\geq 7ms$

$20A/dm^2 \leq Ic \leq 200A/dm^2$

$1A/dm^2 \leq Ia \leq 5Ic$.



BEST AVAILABLE COPY

FR 2 698 888 - A1



PROCEDE DE CHROMAGE DE PIECES DE FROTTEMENT

L'invention concerne le chromage de pièces métalliques destinées à être soumises à des frottements répétés et nécessitant un coefficient de frottement de préférence faible.

5 C'est le cas par exemple de queues de soupapes de moteurs thermiques, compresseurs, turbo-compresseurs etc, et aussi des tiges de vérins, d'amortisseurs, etc.

Ces pièces de frottement, en acier ou autre matériau, sont traditionnellement chromées au moyen d'un
10 dépôt électrolytique réalisé par courant continu. Les pièces sont ensuite rectifiées, afin d'amener la surface dans l'état désiré. Le chromage des pièces de frottement a pour but de diminuer le coefficient de frottement et d'améliorer la résistance mécanique.

15 Le procédé de chromage traditionnel présente l'inconvénient de nécessiter une reprise mécanique des pièces chromées, pour atteindre le niveau de fini de surface désiré.

Le brevet français FR-A-2 586 711 au nom du CETIM
20 a fait connaître de façon générale un nouveau procédé de chromage électrolytique par courant pulsé avec inversion de courant, réalisé dans des conditions particulières, grâce auquel on obtient des dépôts de chrome non fissurés et résistant à la corrosion.

25 L'utilisation de ce procédé particulier pour le chromage des queues de soupape ne paraissait pas souhaitable dans la mesure où les avantages obtenus selon ce procédé, à savoir absence de fissuration et résistance à la corrosion, ne sont nullement décisifs pour les queues

de soupapes : le problème de la corrosion ne se pose pas dans le cadre des soupapes d'automobiles, et la microfissuration n'altère pas les caractéristiques des soupapes.

On a maintenant découvert avec surprise que l'application du procédé de chromage par courant pulsé, tel qu'enseigné par le document précité, aux queues de soupapes, ou plus généralement aux pièces de frottement ou qui requièrent un fini de surface très bon, apporte des avantages insoupçonnés : en fait, on peut supprimer l'étape de reprise pour rectification, ce qui permet également de ne pas avoir à déposer une surépaisseur de chrome.

On s'est en effet aperçu que le chromage traditionnel entraînait, pour des épaisseurs de dépôt sur acier au-dessus de 2 à 3 micromètres, la formation de nodules bourgeonnants de chrome très dur qui altèrent l'état de surface. Or les dépôts de chrome pour les queues de soupapes en sortie de chaîne sont souvent de l'ordre de 3 à 6 micromètres. De façon surprenante, le chromage par courants pulsés conduit à une diminution importante de la taille des nodules ainsi qu'à une finesse de grain plus grande, par comparaison avec le chromage classique. Cet état de surface amélioré permet de supprimer l'étape de finition. En fait, au lieu de nodules bourgeonnants disposés en chapelets, on a plutôt affaire à des cristaux répartis régulièrement, très affinés et beaucoup plus nombreux.

La surface ainsi obtenue n'est donc plus agressive envers les guides dans lesquels les soupapes coulisent en utilisation.

L'invention a pour objet un procédé de chromage électrolytique par courant pulsé avec inversion de courant pour l'obtention de dépôts de chrome qui présentent un état de surface directement apte à l'utilisation, caractérisé en ce que l'on opère avec les paramè-

tres suivants :

- Ic = densité de courant cathodique
- Ia = densité de courant anodique
- Tc = durée des impulsions cathodiques
- 5 Ta = durée des impulsions anodiques
- Qc = quantité de courant cathodique
- Qa = quantité de courant anodique

dans les relations suivantes :

$$\begin{aligned}
 &0,01s < Tc < 200 \text{ s} \\
 &10^{-3}s < Ta < 100 \text{ s} \\
 &20A/dm^2 < Ic < 200A/dm^2 \\
 &1A/dm^2 < Ia < 5 Ic \\
 &15 \quad Qc = \int_0^{Tc} Ic \cdot dt > 5 Qa
 \end{aligned}$$

$$Qa = \int_0^{Ta} Ia \cdot dt > 0,05 \text{ C/dm}^2$$

- 20 où s = seconde
- A/dm² = Ampère par décimètre carré de surface d'électrode
- dt = Dérivée du temps en seconde
- C/dm² = Coulomb par décimètre carré de surface
- 25 d'électrode.

Le chromage en courant pulsé peut éventuellement être précédé ou suivi d'un chromage par courant continu.

Les figures 1 et 2 annexées montrent l'aspect de surface vu par microscopie électronique à balayage d'un
 30 échantillon chromé de façon traditionnelle et d'un échantillon chromé par courant pulsé. On voit sur la figure 1 l'aspect en "peau d'orange" de la surface, laquelle est constituée de reliefs relativement importants dont la surface propre est lisse. Les traces
 35 d'usinage sur l'échantillon d'acier non chromé sont re-

produites après chromage. En revanche, sur la figure 2, l'échantillon traité par courant pulsé a un aspect granuleux fin et homogène ; on ne constate par ailleurs qu'une faible hérédité de l'usinage du support.

Quoique le procédé indiqué permette le plus souvent d'atteindre l'aspect de surface désiré, on a cherché à affiner ces résultats, et pour cela on a conduit les essais rapportés au tableau I ci-après.

Pour ces essais, on a choisi $I_a = I_c = 30 \text{ A/dm}^2$, ce qui représente une valeur moyenne courante. Le tableau indique, pour chaque essai, les valeurs de T_a et T_c , la vitesse de dépôt (en $\mu\text{m/h}$), le temps d'obtention d'un dépôt de $5 \mu\text{m}$ (en min), l'épaisseur du dépôt au terme de l'essai (en μm), et une appréciation concernant la présence et le nombre de nodules, en observant la surface, d'une part, avec une caméra vidéo (grossissement : $\times 500$) et, d'autre part, avec un microscope optique (grossissement : $\times 700$), grâce à quoi on a attribué une note entre 0 et 4, où 0 indique que des nodules sont présents et 4 indique qu'il n'y a pas de nodules.

On a reporté ces résultats sur le graphique de la figure 3 portant en abscisse T_a et en ordonnées T_c , à échelle logarithmique. On a hachuré les zones sortant du domaine de l'invention. A l'intérieur de celui-ci, on constate qu'il est possible de tracer des courbes de niveau qui dégagent un domaine préférentiel de niveau 4, sensiblement homothétique au domaine initial, sensiblement délimité par les conceptions $T_c \leq 50 \text{ s}$; $T_a \geq 7 \text{ ms}$ et $Q_a/Q_c \leq 1/20$.

Bien entendu, ces conditions sont définies pour $I_a = I_c = 30 \text{ A/dm}^2$, mais il faut s'attendre à ce que des conditions semblables prévalent pour d'autres valeurs d'intensité.

Ainsi, l'invention permet-elle à l'homme du métier d'obtenir à volonté le degré de fini de surface, en modulant les paramètres du courant pulsé.

TABLEAU I

REF	Tc (s)	Ta (ms)	Vitesse dépôt ($\mu\text{m}/\text{h}$)	T5 μm (min)	e (μm)	RECHERCHE NODULES		
						caméra vidéo	Microscopie optique	
Essai						image x 500	image x 700	cotation
0	900	0	20	15	5	OUI	OUI	0
1	1	3	20	15	5	OUI	OUI	0
2	5	3	20	15	5	OUI	OUI	0
3	1	10	30	10	5	NON	NON	4
4	3	10	24	10	4	NON	NON	4
5	10	10	27	11	5	NON	NON	4
6	30	10	22	11	4	NON	NON	4
7	60	10	22	11	4	OUI PEU	OUI	0
8	60	30	22	11	4	NON OU TRES PEU	TRES PEU	2
9	60	100	19	12,5	4	NON	TRES TRES PEU	3
10	60	1000	20	12	4	NON OU TRES PEU	TRES TRES FIN	
11	30	100	27	11	5	NON	REPARTIS	1
12	30	1000	22	13,5	5	NON	NON	4
13	10	100	25	12	5	NON	NON	4
14	10	300	19	22	7	NON	NON	4
15	5	50	22,5	16	6	NON	NON	4
16	3	30	18,5	19,5	6	NON	NON	4
17	1	30	10,3	29	5	OUI	TRES PEU	2

REVENDEICATIONS

1. Procédé de chromage de pièces de frottement, telles que des queues de soupape, caractérisé en ce que l'on utilise un chromage électrolytique par courant pulsé avec inversion du courant en opérant avec les paramètres suivants.

Ic = densité de courant cathodique
Ia = densité de courant anodique
Tc = durée des impulsions cathodiques
Ta = durée des impulsions anodiques
Qc = quantité de courant cathodique
Qa = quantité de courant anodique

dans les relations suivantes :

$$0,01s < Tc < 200 s$$

$$10^{-3}s < Ta < 100 s$$

$$20A/dm^2 < Ic < 200A/dm^2$$

$$1A/dm^2 < Ia < 5 Ic$$

$$Qc = \int_0^{Tc} Ic \cdot dt > 5 Qa$$

$$Qa = \int_0^{Ta} Ia \cdot dt > 0,05 C/dm^2$$

où s = seconde

A/dm² = Ampère par décimètre carré de surface d'électrode

dt = Dérivée du temps en seconde

C/dm² = Coulomb par décimètre carré de surface d'électrode.

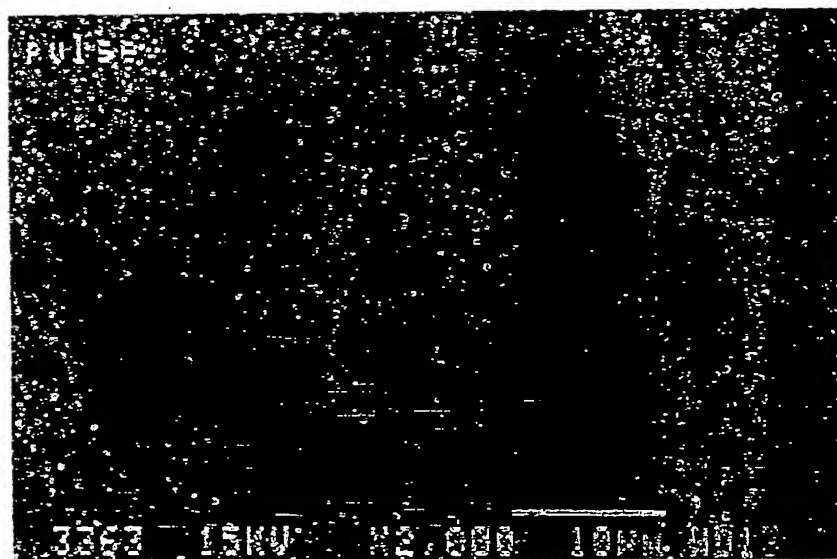
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que :

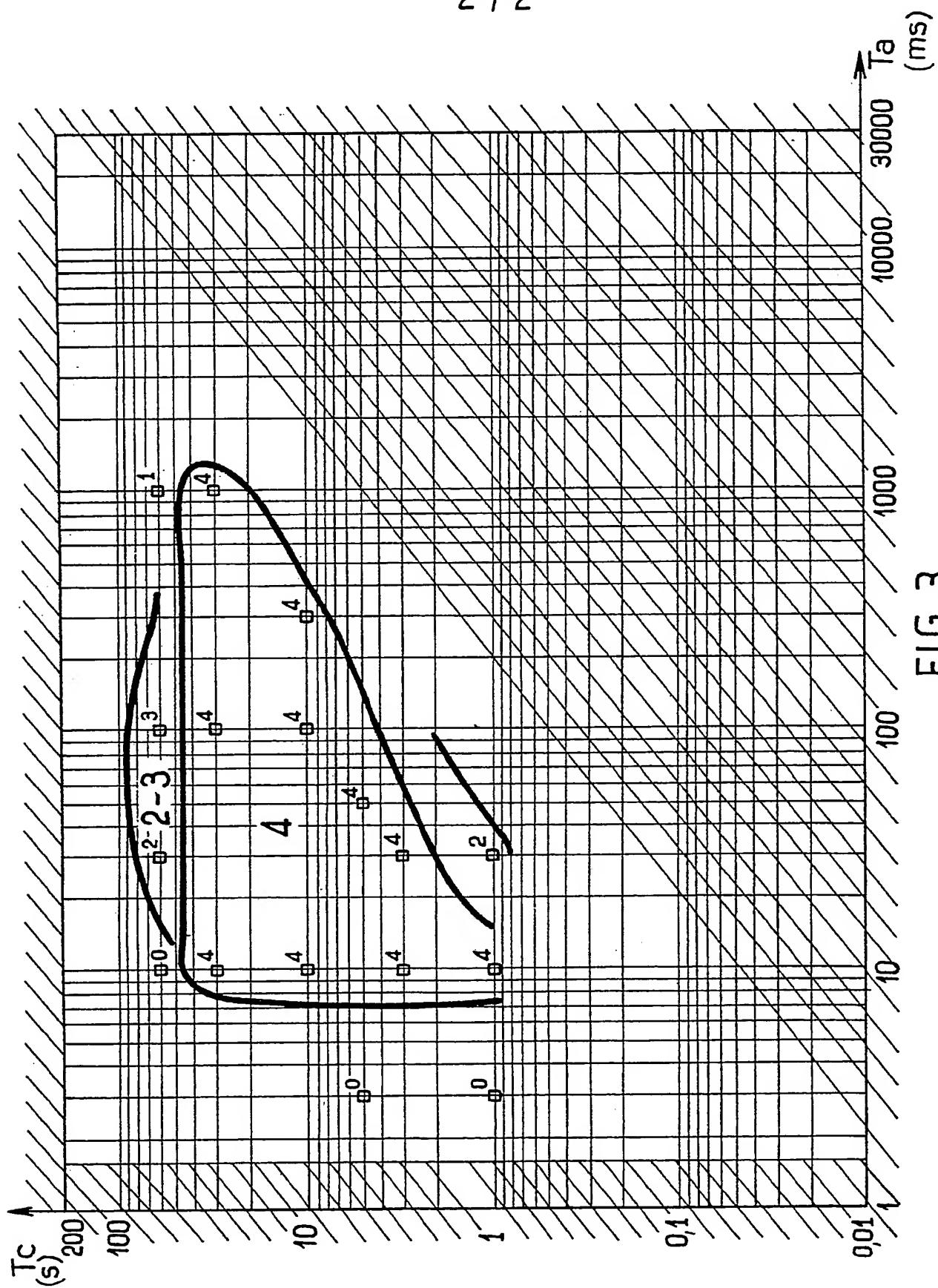
$$Tc < 50 s$$

$$Ta > 7 ms$$

$$Qc > 20 Qa$$

1/2

FIG_1FIG_2



INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FR 9214699
FA 479141

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A, D	FR-A-2 586 711 (CENTRE TECHNIQUE DES INDUSTRIES MECANQUES)	
A	<p>-----</p> <p>PROTECTION OF METALS vol. 26, no. 1, 1990, US pages 130 - 131 LISHANSKII 'electrodeposition of chromium in pulsed current regimes' * page 131, ligne 27 - ligne 31 *</p> <p>-----</p>	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		C25D
Date d'achèvement de la recherche 16 JUILLET 1993		Examineur NGUYEN THE NGHIEP N.
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.